



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 47 880.1

Anmeldetag: 28. September 2001

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG, 81669 München/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Messung einer charakteristischen
Dimension wenigstens einer Struktur auf einem
scheibenförmigen Objekt in einem Messgerät

IPC: G 01 B, G 01 N, H 01 L

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stenschus

Beschreibung

Verfahren zur Messung einer charakteristischen Dimension wenigstens einer Struktur auf einem scheibenförmigen Objekt in einem Meßgerät.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung einer charakteristischen Dimension wenigstens einer Struktur auf einem scheibenförmigen Objekt in einem Meßgerät mit einer Rechen- und Steuereinheit, wobei die wenigstens eine Struktur in mindestens einem Herstellungsschritt gebildet und anschließend durch die Messung überprüft wird.

Mit den sich ständig verringernden Strukturgrößen auf Halbleiterprodukten wie auch im Bereich der Flatpanel-Displays nimmt der Anteil des Aufwandes für die Qualitätssicherung in seiner Bedeutung zu. Im allgemeinen wird wenigstens für jede lithographisch strukturierte Ebene für einen aus vielen Ebenen bestehendes Produkt eine Vermessung von Test- oder Bauelementstrukturen mit anschließendem Vergleich mit Soll- bzw. Referenzgrenzwerten durchgeführt.

Bei den entsprechenden Messungen können solche bezüglich absoluter Lagegenauigkeit (Registration) relativer Lagegenauigkeit (Overlay), Schichtdicke oder Strukturhöhe, Strukturbreite oder -länge, Strukturkantenwinkel, etc. durchgeführt werden. Eine wichtige Untergruppe dieser Meßangaben, welche eine Abstandsmessung zwischen zwei Punkten auf der Scheibenoberfläche eines Wafers, einer Maske, eines Flat-Panel-Displays, etc. entspricht wird als CD-Messung bezeichnet (von englisch: critical dimension). Durch Erreichen der optischen Auflösungsgrenze durch die sich verringernden Strukturgrößen werden zunehmend auch Rasterelektronenmikroskope (SEM: Scanning electron microscope) anstatt lichtoptischer Meßgeräte verwendet. Eine solche CD-Messung zur Bestimmung der charakteristischen Dimensionen, beispielsweise vordefinierter Strukturen,

wie Linien, Rechtecke, Spalte, etc. kann die Qualität eines vorhergehenden Lithographieschrittes validiert werden.

Zur Durchführung der CD-Messung in einem optischen oder Rasterelektronenmikroskop werden üblicher Weise eine Reihe von Justier- und Meßschritten durchgeführt. In Figur 1 ist schematisch eine Reihenfolge solcher Meßschritte beispielhaft dargestellt. Nach Durchführung einer lithographischen Strukturierung in einem sogenannten Lithographie-Cluster bestehend aus Belackung, Hot- und Cool-Plates, Belichtung des Lackes, Abkühlung, Entwicklung und Aushärtung, sowie einer Reinigung, etc. wird dabei zunächst eine Overlay-Messung zur Validierung der richtigen Ausrichtung der gerade strukturierten Ebene im Bezug auf Vorebenen durchgeführt. Üblicherweise werden solche Messungen in eigens dafür eingerichteten Meßgeräten bewerkstelligt.

Nach der Overlay-Messung wird das zu vermessende Produkt, etwa ein Halbleiterwafer zum CD-Messgerät transferiert, bei dem der Halbleiterwafer auf einer Stage, d. h. einer Halterungsplatte, ausgerichtet wird. Ein erster Meßschritt besteht in einer sogenannten Grobjustierung (Global alignment), bei dem anhand eigens dafür strukturierter Justiermarken die Stage mit dem Wafer in eine definierte Koordinatenpositionierung relativ zum optischen oder elektronischen Linsensystem ausgerichtet wird.

Anhand von dem Strukturdesign entnommenen Positionsdaten wird die Stage mit dem Wafer derart positioniert, daß die zu vermessende Struktur grob in das Rasterfeld des Linsensystems gelangt. Mit digitaler Bildverarbeitung wird durch Patternrecognition-Methoden (Strukturerkennung) in diesem Bildfeld die richtige Struktur erkannt und nachpositioniert.

In einem weiteren Schritt wird das Linsensystem derart justiert, daß eine möglichst hohe Auflösung beziehungsweise Schärfe für die Abbildung erreicht wird. Dieser als Autofokus

bekannte Schritt ist ebenso wie der Schritt der Patternrecognition dem durchschnittlichen Fachmann aus dem Stand der Technik hinreichend bekannt. Autofocusschritte können bei optischen Mikroskopen mittels Veränderung von Linsenabständen, bei Rasterelektronenmikroskopen mittels veränderter Stromstärken oder Induktionsstärken in den Linsenspulen erreicht werden.

Ein weiterer Meßschritt, welcher vor allem Rasterelektronenmikroskope erfaßt, ist die Überprüfung der Stigmationsqualität, d. h. des Astigmatismus. Dabei werden die aus einer ersten Meßkurve in einer ersten Richtung, z. B. X, bestimmten Einstellungswerte für den Focus, mit jenen einer zweiten, in einer zu der ersten Richtung orthogonalen zweiten Richtung, z. B. Y, verglichen. Je nach zu erzielendem Ergebnis, welches von dem abzubildenden Strukturdesign abhängt, kann hier das Linsensystem nochmals nachjustiert werden.

Erst nach diesem Schritt findet die eigentliche CD-Messung statt, indem beispielsweise zur Messung der Breite einer Struktur als charakteristische Dimension zwei gegenüberliegende Kantenpunkte ausgewählt und deren Abstand gemessen wird.

Der gemessene Wert der Strukturbreite wird dann objektiv als CD-Wert für diese Struktur festgelegt und ggf. unter Mittelwertbildung zusammen mit weiteren Strukturbreitenmessungen mit einem aus dem Design Rule vorgegebenen Toleranzbereich für CD-Werte verglichen. Bei Überschreitung der Grenzen dieses Toleranzbereiches muß der Halbleiterwafer nach dem Lithographieschritt im Regelfall in Nacharbeit gehen.

Bei Einhaltung der Toleranzgrenzen kann der nachfolgende Prozeßschritt, in diesem Fall ein Ätzschritt durchgeführt werden.

Während in den vergangenen Jahren die Meßgenauigkeit der Rasterelektronenmikroskope völlig ausreichte verschiedene Dimensionen von Strukturen innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches zu unterscheiden, wird dies mit den ständig abnehmenden Strukturgrößen heutzutage schwieriger. Beispielsweise beträgt ein typischerweise 10%iger Toleranzbereich eines 150 nm breiten Gate Stacks eines Transistors beispielsweise eines Speicherproduktes 15 nm, so daß mit der Forderung einer 20%igen Auflösung innerhalb dieses Toleranzbereiches eine Genauigkeit von 3 nm durch das Rasterelektronenmikroskop erreicht werden muß.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung die Qualität einer CD-Messung in einem optischen oder Rasterelektronenmikroskop zu überprüfen und/oder zu verbessern.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Messung einer charakteristischen Dimension wenigstens einer Struktur auf einem scheibenförmigen Objekt in einem Meßgerät mit einer Rechen- und Steuereinheit, wobei die wenigstens eine Struktur in mindestens einem Herstellungsschritt gebildet und anschließend durch die Messung überprüft wird, umfassend mindestens die Meßschritte: Messung wenigstens einer Justiermarke zur Justage des bereitgestellten scheibenförmigen Objekts relativ zum Linsensystem des Meßgerätes, Messung der wenigstens einen Struktur zur Erkennung der wenigstens einen Struktur auf dem scheibenförmigen Objekt, Messung der wenigstens einen Struktur zur Einstellung des Linsensystems zur Erzielung einer scharfen Abbildung der wenigstens einen Struktur, Messung der charakteristischen Dimension der wenigstens einen Struktur, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß wenigstens einem der Meßschritte jeweils ein Parameter und jeweils eine Rechenvorschrift zur Bestimmung eines Wertes für den Parameter zugeordnet wird, welcher die Güte eines durchgeführten Meßschrittes repräsentiert, daß dem Parameter ein Grenzwert zugeordnet wird, das die Rechen- und Steuereinheit unter Anwendung der Rechenvorschrift aus in dem wenigstens

einen Meßschritt gewonnenen Meßdaten den Wert des Parameters berechnet, und daß die Rechen- und Steuereinheit den berechneten Wert mit dem Grenzwert vergleicht.

- 5 Der vorliegenden Erfindung zufolge wird die Qualität von CD-Messungen vorteilhaft verbessert, indem auch die die eigentliche CD-Messung vorbereitenden Meßschritte jeweils einzeln oder auch in ihrer Gesamtheit einer Qualitätskontrolle unterzogen werden. Es wurde gefunden, daß in den herkömmlich oftmals automatisch durchgeführten Meßschritten bei der Herstellung mit falsch ausgewählten Strukturen gearbeitet wurde, oder daß die verwendeten Algorithmen in bestimmten Fällen nur zu einer ungenauen Durchführung des Schrittes führen. Obwohl die eigentliche CD-Messung mit hoher Genauigkeit durchgeführt wird, sind dann die möglichen Mikroskopeinstellungen unter Umständen fehlerhaft und führen damit zu einem Resultat ungenauen CD-Messung. Im herkömmlichen Fall kann dies zu einer Signalisierung von notwendiger Nacharbeit führen, obwohl das Objekt tatsächlich im Toleranzbereich liegt - oder auch umgekehrt.

- Durch die Überprüfung der einzelnen Meßschritte wird diesem Fehlverhalten vorgebeugt. Dazu wird ein Parameter eingeführt, welcher mittels einer Rechenvorschrift eine eindeutige Zuordnung zu dem Messergebnis des jeweils durchgeführten Meßschrittes führt. Für die einzelnen Meßschritte liegen im Regelfall Referenzdaten vor, welche beispielsweise in einem Referenzbild der Strukturen oder Justiermarken oder in Form von idealen Meßkurven vorliegen. Die Meßdaten werden dann mit diesen Referenzdaten verglichen, wobei die Güte der Übereinstimmung von Meßdaten zu Referenzdaten durch die Rechenvorschrift in den Parameterwert übertragen wird. Idealerweise umfaßt der Parameter einen Zahlenbereich mit einer hinreichenden Feinheit aller Unterteilungen. Insbesondere sollte eine eindeutige Beziehung zwischen der aus dem Vergleich ermittelten Güte und dem Parameterwert bestehen.

Die entsprechenden Berechnungen werden durch die Rechen- und Steuereinheit des Meßgerätes, d. h. entweder eines Rasterelektronenmikroskopes oder eines optischen Mikroskopes durchgeführt. Analog zu der Valedierung einer CD-Messung gegenüber der Einhaltung eines Toleranzbereiches wird erfindungsgemäß für jeden Parameterwert ein Vergleich mit aus Erfahrung gewonnenen bzw. festgesetzten, für jeden Parameter individuell geltenden Grenzwerten zur Abgrenzung eines Toleranzbereiches verglichen werden. Wird ein solcher Grenzwert verletzt, so wird ein Warnsignal generiert, welches einen fehlerhaft durchgeführten Meßschritt signalisiert. Als Resultat kann dieses Signal beispielsweise die Wiederholung dieses Meßschrittes anstoßen oder beispielsweise eine betreuende Person veranlassen, den gleichen Meßschritt mit anderen Geräteeinstellungen durchzuführen, so daß die Fehlerquelle gegebenenfalls ausscheidet. Ein einfaches Beispiel wäre eine falsch ausgewählte Justiermarke oder Struktur. Die betreuende Person würde - durch das Signal veranlaßt die ursprünglich gewünschte Marke suchen und einstellen.


Auf Veranlassung des generierten Warnsignals hin stellt die betreuende Person allerdings fest, daß der Fehler auf Grund der mangelhaften Qualität von der Beschaffenheit der Struktur selbst nicht durchführbar ist, so kann vorteilhaft entweder im Einzelfall oder mit statistischen Methoden aus einer Auswertung der erfindungsgemäßen Parameterwerte Fehlerursachen in Prozeßschritten gefunden werden. Die Fehleranalyse bei der Halbleiterherstellung wird daher erheblich verbessert. In einer vorteilhaften Ausführungsform werden die erfindungsgemäß berechneten Parameterwerte der einzelnen Meßschritte zu jedem Objekt in einer Datenbank, welchen an die Rechen- und Steuereinheit angekoppelt ist, abgespeichert. Analysealgorithmen können später direkt auf diese Daten zugreifen.

Erfindungsgemäß wird die Verarbeitung eines scheibenförmigen Objekts, also einer Maske, einem Retikel, einem Halbleiterwafer, einem Flatpanel-Display, oder ähnlichen Objekten, ge-

stoppt, wenn durch einen der Parameterwerte ein individuell gesetzter Grenzwert verletzt wird. Da es möglich wäre, daß die eigentliche CD-Messung einen CD-Wert ermittelt, welcher innerhalb des durch die Spezifikation des Objekts gegebene
5 Toleranzbreite liegt, obwohl dies bei fehlerfreier Durchführung der vorhergehenden Meßschritte nicht der Fall hätte sein können, kann gemäß dem Stand der Technik ein fehlerhaftes Objekt die Qualitätskontrolle ungehindert passieren. Es ist ebenso möglich, daß durch den hohen Fehlereinfluß in den vor-
10 hergehenden Meßschritten ein stark von der Toleranz abweichender CD-Wert impliziert wird, obwohl die lithographische Strukturierung tatsächlich spezifikationsgemäß verlaufen ist. Solche Fehlbeurteilungen werden erfindungsgemäß verhindert, welche zu einer höheren Meßgenauigkeit, und damit sogar zu
15 einem höheren Durchsatz im Lithographieschritt führt.

Weitere Vorteile und Ausführungsformen sind in abhängigen Ansprüchen zu entnehmen.

20 Die Erfindung soll nun an Hand von Ausführungsbeispielen zusammen mit den Figuren einer Zeichnung näher erläutert werden. Darin zeigen:

 25 Figur 1 ein Flußdiagramm der Meßschritte in ein CD-Meßgerät gemäß dem Stand der Technik,

Figur 2 ein erfindungsgemäßes Beispiel zur Bestimmung eines Qualitätsparameters für die Verifizierung der Güte einer CD-Messung.

30

Figur 2 zeigt die in Figur 1 dargestellten Meßschritte zur Durchführung einer CD-Messung in einem Rasterelektronenmikroskop 1. In einer Flußsequenz auf der linken Seite sowie dazu zugeordnet in der Mitte illustrativ die Form, in welcher die
35 in dem jeweiligen Schritt gewonnenen Meßdaten liegen. Wie bereits beschrieben wird zunächst ein Schritt der Justierung, d. h. das Globalalignment durchgeführt. Der Ort der Justier-

marke wird aufgesucht und das Bild der Justiermarke mit einem aus dem Strukturdesign gewonnenen Referenzbild der Justiermarke verglichen. In einem Korrelationsverfahren werden beide Bilder auf optimale Übereinstimmung gebracht, wodurch eine
5 Zuordnung zwischen den Koordinaten der Waferstage und den Koordinaten der Designdaten erreicht wird. Die optimale Korrelation bzw. die Güte der Übereinstimmung wird über eine vorher festgelegte Rechenvorschrift eindeutig auf einem Parameterwert P1 übertragen, welcher in diesem Ausführungsbeispiel
10 in der Einheit von Prozenten vorliegt. Mit den Extremwerten 0% für fehlende Übereinstimmung, 100% für volle Übereinstimmung, sowie einem Grenzwert von 90%, welcher aus der Erfahrung für korrekt gefundene und hinreichend klar sichtbare Justiermarken gewonnen wurde.

15 Mit den bekannten Koordinaten der zu untersuchenden Strukturen kann eine Umgebung dieser Strukturen mit der Waferstage angefahren werden. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel handelte es sich um ein Speicherprodukt, genauer um die Grabenkondensatorebene, wie der mittleren Skizze in Figur 2 zu entnehmen ist. Der Abstand, sowie Länge und Breite dreier Grabenkondensatoren sollen in der CD-Messung untersucht werden. Durch die aus den Designdaten bekannte Strukturform sowie die grobe Koordinatenvorgabe findet auf dem in diesem Meßschritt
20 gewonnenen digitalen Bild der Strukturumgebung ein Patternerkennungsalgorithmus zur Erkennung der Struktur. In der Skizze von Figur 2 ist es beispielsweise wichtig, daß bei der Abstandsbestimmung der Abstand eines Grabenkondensatorpaares zur Messung ausgewählt wird, und nicht der diagonale Abstand
25 zwischen zwei Grabenkondensatorpaaren. Der Vergleich mit dem Referenzbild aus den Designdaten liefert ebenfalls eine optimale Relation bzw. Güte der Übereinstimmung, welche mittels einer zweiten Rechenvorschrift in einem zweiten Parameter P2 umgerechnet wird. Wie der Parameter P1 ist auch dieser Parameter in Prozent angegeben und besitzt damit als untere Grenze den Wert 0% für eine nicht gefundene Struktur, sowie 100% für eine voll identisch erkannte Struktur, d. h. Grabenkondensatorpaare.

densator. Als Grenzwert wird auch hier 90% festgelegt, welche aus der Erfahrung gewonnen wurde.

In der Autofocus-Messung werden in diesem Beispiel die in einer X-Richtung und der dazu orthogonalen Y-Richtung gewonnenen Meßsignalstärken mit einander korreliert. Hieraus ergibt sich ein Maß für den Astigmatismus der elektromagnetischen Linsen. Die Rechen- und Steuereinheit des Rasterelektronenmikroskops 1 rechnet mit einer weiteren Rechenvorschrift aus dem Differenzsignal wiederum eine der Güte der Übereinstimmung entsprechenden Parameter P3, welcher ebenfalls in Prozent angegeben ist. Wiederum bedeutet 100% maximale Übereinstimmung, d. h. fehlenden Astigmatismus, während 0% unkorrelierte Signale anzeigt. Die der Rechenvorschrift entsprechende eindeutige Funktion spiegelt für den Grenzwert von 90% einen gerade noch tragbaren Wert für den Astigmatismus der elektromagnetischen Linsen wieder.

In dem Meßschritt der CD-Messung selbst wird die Messung wenigstens dreimal wiederholt, so daß ein weiterer Parameter P4 mittels einer weiteren Rechenvorschrift berechnet werden kann. Zwischen dem Parameter P4 besteht ein eindeutiger Zusammenhang zu den aus den wiederholten CD-Messungen an der einen Struktur berechneten drei Sigma-Abweichungen vom Mittelwert. Die Streuung wiederholter CD-Messungen an ein und der selben Struktur spiegelt entweder geräteabhängige Messungenauigkeiten selbst oder diffuse Eigenschaften der Struktur wieder. Der Wert von 100% für den Parameter P4 entspricht einer voll reproduzierbaren CD-Messung bzw. seines Wertes, während 0% anzeigt, daß die Standardabweichung der Strukturbreite selbst entspricht. Bei einem nicht linearen Zusammenhang zwischen dem 3-Sigma-Wert und dem Parameter P4 soll auch hier der Grenzwert zu 90 % angenommen werden.

Für jedes Objekt werden die Parameter P1-P4 in einer Datenbank abgespeichert. Sie werden später benötigt, wenn der aus ihnen ermittelte Qualitätsparameter Q selbst wieder einen

weiteren Grenzwert verletzt, welcher ebenfalls aus Erfahrung gewonnen wurde. Der Parameter Q wird im Ausführungsbeispiel durch Multiplikation der Parameter P1 bis P4 und anschließender Normierung zurück in den Prozentbereich durch die Rechen- und Steuereinheit berechnet. Für ein Objekt, d. h. im Ausführungsbeispiel zuvor in einem Lithographieschritt mit einer Grabenkondensatorebene strukturierte Halbleiterwafer, wurden die Parameter P1 gleich 92%, P2 gleich 98%, P3 gleich 91%, und P4 gleich 99% bestimmt. Der durch Erfahrung gewonnene Grenzwert für den Qualitätsparameter Q beträgt 80%. Aus Q gleich $P1 \times P2 \times P3 \times P4$ gleich 81,23 % folgt, daß der Toleranzbereich für die Qualität der CD-Messung eingehalten wurde. Es wird ein Signal generiert, welches dieses Ergebnis der betreuenden Person auf einem Bildschirm mitteilt.

Wäre hingegen der Grenzwert von 80% unterschritten worden, wäre die weitere Verarbeitung dieses Halbleiterwafers gestoppt worden. Zunächst wären dann die einzelnen Parameter P1 bis P4 aus den eingetragenen Datenbankwerten entnommen und untersucht worden, um die mögliche Fehlerquelle einzugrenzen. Stellt sich dabei heraus, daß die Strukturqualität der Justiermarke oder der untersuchten Struktur selber mangelhaft ist, wird der betreffende Halbleiterwafer beispielsweise in Nacharbeit gesendet.

Da im vorliegenden Falle für die Breite des Grabenkondensators 213,1 nm gemessen wurden, und der Toleranzbereich 210 plus/minus 20 Nanometer beträgt, kann der Halbleiterwafer in diesem Ausführungsbeispiel zum Ätzen an den weiteren Prozeßschritt übergeben werden.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Messung einer charakteristischen Dimension
wenigstens einer Struktur auf einem scheibenförmigen Objekt
5 in einem Meßgerät (1) mit einem Linsensystem und einer Re-
chen- und Steuereinheit, wobei die wenigstens eine Struktur
in mindestens einem Herstellungsschritt gebildet und an-
schließend durch die Messung überprüft wird, umfassend min-
destens die Meßschritte:

- 10 - Messung wenigstens einer Justiermarke zur Justage des be-
reitgestellten scheibenförmigen Objekts relativ zum Linsen-
system des Meßgerätes,
- Messung der wenigstens einen Struktur zur Erkennung der we-
nigstens einen Struktur auf dem scheibenförmigen Objekt,
- 15 - Messung der wenigstens einen Struktur zur Einstellung des
Linsensystems zur Erzielung einer scharfen Abbildung der
wenigstens einen Struktur,
- Messung der charakteristischen Dimension der wenigstens ei-
nen Struktur,

20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

i) daß wenigstens einem der Meßschritte jeweils ein Parame-
ter (P1, P2, P3, P4) und jeweils eine Rechenvorschrift zur
Bestimmung eines Wertes für den Parameter (P1, P2, P3, P4)
zugeordnet wird, welcher die Güte eines durchgeführten Meß-
25 schrittes repräsentiert,

ii) daß dem Parameter (P1, P2, P3, P4) ein Grenzwert zuge-
ordnet wird,

iii) daß die Rechen- und Steuereinheit unter Anwendung der
Rechenvorschrift aus in dem wenigstens einen Meßschritt ge-
30 wonnenen Meßdaten den Wert des Parameters (P1, P2, P3, P4)
berechnet,

iv) daß die Rechen- und Steuereinheit den berechneten Wert
mit dem Grenzwert vergleicht.

35 2. Verfahren nach Anspruch 1,


d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß das Meßgerät (1) eines aus der Gruppe bestehend aus optischem Mikroskop, Rasterelektronenmikroskop ist.


3. Verfahren nach Anspruch 2,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß für jeden der Meßschritte jeweils der Parameter (P1, P2, P3, P4) berechnet und mit dem jeweiligen Grenzwert verglichen werden.

10 4. Verfahren nach Anspruch 3,

 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß für das scheibenförmige Objekt bei einer Überschreitung mindestens eines der Grenzwerte wenigstens einer der zur Bildung der Struktur benötigten Herstellungsschritte wiederholt
15 wird.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

20 daß für den Fall mehrerer Parameter (P1, P2, P3, P4) durch
die Rechen- und Steuereinheit aus den berechneten Parametern genau ein die Qualität der Messung repräsentierender Qualitätsparameter (Q) berechnet wird, und
daß der Qualitätsparameter (Q) mit einem vorgegebenen Qualitätsgrenzwert verglichen wird, und

25 daß in Abhängigkeit von dem Vergleich ein Warnsignal generiert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß für den Meßschritt der Justage die in diesem Meßschritt gewonnenen Meßdaten ein digitales Bild umfassen, und daß die Rechenvorschrift zur Berechnung des Wertes des betreffenden Parameters (P1, P2, P3, P4) den Vergleich des digitalen Bildes mit einem Referenzbild beinhaltet.

35

7. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß für den Meßschritt der Erkennung der wenigstens einen Struktur die gewonnenen Meßdaten ein digitales Bild umfassen, und daß die Rechenvorschrift zur Berechnung des Wertes des betreffenden Parameters (P1, P2, P3, P4) den Vergleich des
5 digitalen Bildes mit einem Referenzbild beinhaltet.

8. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß für den Meßschritt der Einstellung des Linsensystems die
10 gewonnenen Meßdaten eine Meßkurve umfassen, und daß die Rechenvorschrift des zur Berechnung des Wertes des den Meßschritt betreffenden Parameters (P1, P2, P3, P4) den Vergleich der Meßkurve mit einer Referenzkurve beinhaltet.

15 9. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
- daß der Meßschritt der charakteristischen Dimension mit wenigstens zwei Messungen der wenigstens einen Struktur durchgeführt wird,
20 - daß die Rechenvorschrift des den Strukturbreitenmeßschritt betreffenden Parameters (P1, P2, P3, P4) den Vergleich einer ersten Meßkurve einer ersten Messung mit einer zweiten Meßkurve einer zweiten Messung beinhaltet.

25 10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß das scheibenförmige Objekt ein Halbleiterwafer, eine Maske oder ein Retikel, oder ein Flat-Panel-Display ist.

30 11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
- der Meßschritt für eine Vielzahl von scheibenförmigen Objekten wiederholt wird, und
35 - der Wert des Parameters (P1, P2, P3, P4) für den jeweiligen Meßschritt in einer Datenbank gespeichert wird, und

- eine Trendanalyse über die Vielzahl der jeweils gespeicherten Werte für den Parameter durchgeführt wird.

Zusammenfassung

Verfahren zur Messung einer charakteristischen Dimension wenigstens einer Struktur auf einem scheibenförmigen Objekt in
5 einem Meßgerät.

Die Messung der Strukturbreite einer Struktur auf einem Halbleiterwafer oder einem Flatpanel-Display wird in einem optischen Mikroskop oder einem Rasterelektronenmikroskop in einer
10 Anzahl von Meßschritten durchgeführt, z. B. global alignment, Patternrekognition, Autofokus, CD-Messung etc., wobei jedem Meßschritt zur Beurteilung von dessen Güte jeweils ein Parameter (P1 - P4) zugeordnet wird. Mittels einer Rechenvorschrift wird die Güte der Korrelation zwischen den in den
15 einzelnen Meßschritten gewonnenen Meßdaten, sowie aus dem Design entnommenen Referenzdaten der Wert für den Parameter (P1 - P4) berechnet und mit einem aus der Erfahrung gewonnenen Grenzwert verglichen. Bei Grenzwertverletzung wird ein Signal generiert und die weitere Verarbeitung des Objektes unterbrochen. Durch die Auswertung der Parameter(P1-P4) kann die Qualität einer CD-Messung erhöht und der Anteil des Ausfalls von Produkten wegen Toleranzbereichüberschreitung verringert werden. Vorteilhaft können auch die Ursachen für herstellungsbedingte Fehler, wie auch Fehler in den Meßschritten leichter
20 gefunden werden. Über die Auswertung aus einer Datenbank, aus der die einzelnen Werte der Parameter (P1 - P4) stammen, können auch Langzeiteffekte an dem Meßgerät selbst oder den zu prüfenden Werkstoffen gefunden werden.

30 Figur 2

Bezugszeichenliste

- 1 Mikroskop, Rasterelektronenmikroskop
- P1 Parameter für Globalalignment
- 5 P2 Parameter für Pattern-recognition
- P3 Parameter für Astigmatismus
- P4 Parameter für Streuung bei wiederholter CD-Messung
- Q zusammengefaßter Qualitätsparameter

Fig. 1

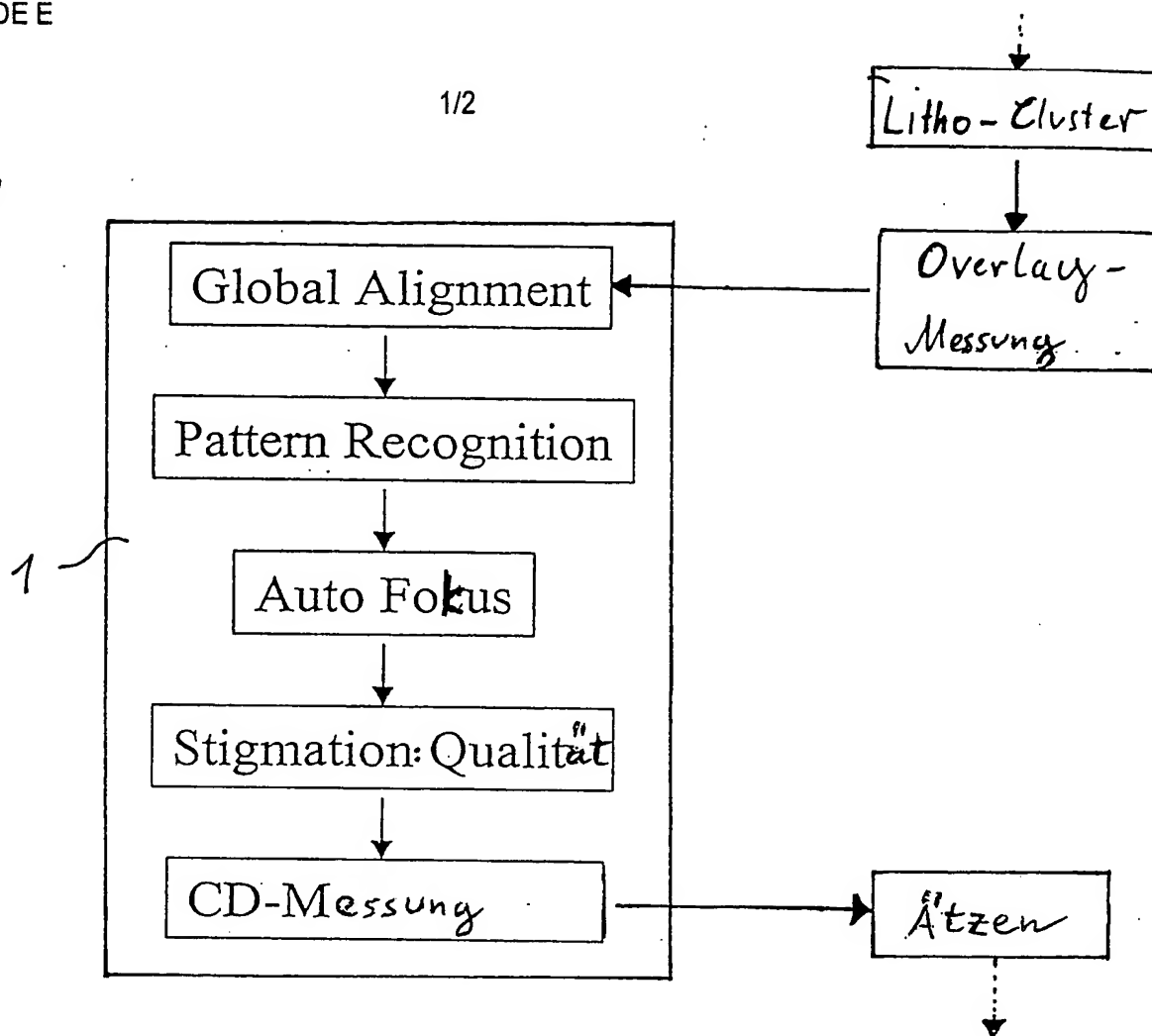


Fig. 2

